

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2001 年 6 月 14 日 (14.06.2001)

PCT

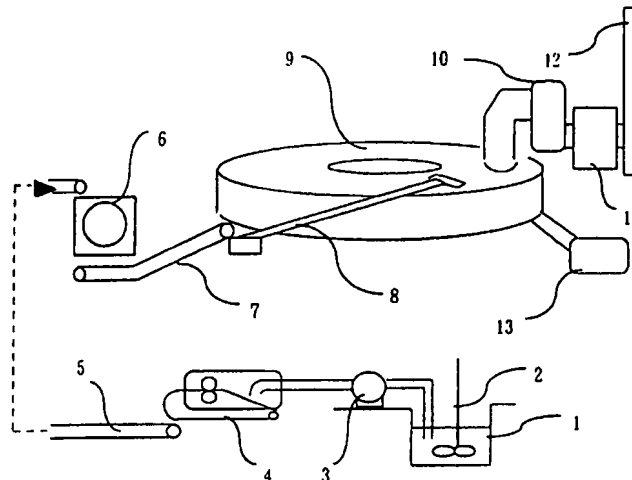
(10) 国際公開番号  
WO 01/42516 A1

- (51) 国際特許分類: C21B 13/10 [JP/JP]; 〒100-0004 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/08771
- (22) 国際出願日: 2000 年 12 月 12 日 (12.12.2000) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 茨城哲治 (IBARAKI, Tetsuharu) [JP/JP]. 廣松 隆 (HIRO-MATSU, Takashi) [JP/JP]. 近藤 敏 (KONDO, Satoshi) [JP/JP]. 井村章次 (IMURA, Shoji) [JP/JP]; 〒299-1141 千葉県君津市君津1番地 新日本製鐵株式会社 君津製鐵所内 Chiba (JP). 安部洋一 (ABE, Yoichi) [JP/JP]; 〒293-0011 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内 Chiba (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願平 11/353434 1999 年 12 月 13 日 (13.12.1999) JP  
特願平 11/357012 1999 年 12 月 16 日 (16.12.1999) JP  
特願2000/372016 2000 年 12 月 6 日 (06.12.2000) JP  
特願2000/372019 2000 年 12 月 6 日 (06.12.2000) JP
- (74) 代理人: 岸田正行, 外(KISHIDA, Masayuki et al.); 〒100-0005 東京都千代田区丸の内2丁目6番2号 丸の内八重洲ビル424号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): AU, BR, CN, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (FR, GB).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 新日本製鐵株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION)

[続葉有]

(54) Title: FACILITIES FOR REDUCING METAL OXIDE, METHOD FOR OPERATING THE FACILITIES AND MOLDINGS AS LAW MATERIAL TO BE CHARGED TO REDUCTION FURNACE

(54) 発明の名称: 酸化金属の還元設備、この設備の操作方法、および還元炉原料の成形体



(57) Abstract: A mixture comprising a metal oxide-containing powder and a carbon powder and water in an amount of 100 % or more relative to the total mass of both the powders is agitated for mixing to form a slurry. The slurry is dewatered so as to have a water content of 16 to 26 %, and the resultant product is subjected to compression molding to produce cylindrical or granular moldings having a thickness or diameter of 30 mm or less. The moldings are charged into a portion having an atmospheric temperature of 1170°C of a reducing furnace of rotary hearth type, and thereafter is reduced in the furnace to produce a metal. The above method for operating a reducing furnace of rotary hearth type allows the simplification of the process from dewatering to molding and thus results in a process for reducing a metal oxide at a lower cost, and further can provide a method for economical recycling of the dust and sludge produced in a process of refining or working of a metal.

[続葉有]

WO 01/42516 A1



添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

本発明は、回転炉床式の還元炉で、水分を多く含んだ粉体原料を還元するに際して、脱水から成形の工程を簡略化して、安価な酸化金属の還元方法を提供するものである。また、金属の精錬や加工の工程で発生するダストやスラジを経済的にリサイクル利用する操業方法も提供する。

酸化金属を含む粉体と炭素の粉体質量合計に対して水分を100%以上含む粉体の混合物をスラリー状にして、これを攪拌混合した後に、16~26%の含有水分まで脱水して、圧縮成形して製造する。この成形体を、厚みまたは径が30mm以下の円筒もしくは粒状の成形体を、雰囲気温度が1170℃以下である炉内部分に投入して、回転炉床式還元炉にて、焼成還元して金属を得る。

## 明 細 書

酸化金属の還元設備、この設備の操業方法、  
および還元炉原料の成形体

5

## 技術分野

本発明は、酸化金属の還元設備、この設備である回転炉床式還元炉、およびこれを用いて行う酸化金属を還元する方法、および、金属の精錬業および加工業において発生する金属酸化物を含むダストおよびスラジを還元処理する方法に関するものである。

10

## 背景の技術

還元鉄や合金鉄を製造するプロセスとしては各種のものがあるが、この内で、生産性の高いプロセスとして、回転炉床式還元炉があり、金属の還元が実施されている。回転炉床式還元炉は、固定した耐火物の天井および側壁の下で、中央部を欠いた円盤状の耐火物の炉床がレールの上を一定速度で回転する型式の焼成炉（以下、回転炉と称す）を主体とするプロセスであり、酸化金属の還元に用いられる。一般的に、円盤状炉床の直径は10メートルから50メートルかつ、幅は2メートルから6メートルである。

15

原料の酸化金属を含む粉体は、炭素系の還元剤と混合された後、原料ペレットにされて、回転床炉に供給される。原料ペレットはこの炉床上に敷きつめられて、原料ペレットが炉床上に相対的に静置されていることから、原料ペレットが炉内で崩壊しづらいといった利点があり、耐火物上に粉化した原料が付着する問題が無く、また、塊の製品歩留が高いと言った長所がある。また、生産性が高く、安価な石炭系の還元剤や粉原料を使用できる、と言った理由から、近年、実施される例が増加している。

20

25

さらに、回転炉床法は、高炉、転炉、電気炉から発生する製鉄ダストや圧延工程でのシックナースラジの還元と不純物除去の処理にも有効であり、ダスト処理プロセスとしても使用され、資源リサイクルに有効なプロセスである。

回転炉床法の操業の概略は以下の通りである。まず、原料である鉱石やダスト、スラジの金属酸化物にこの酸化物の還元に必要な量の炭素系還元剤を混合した後、パンペレタイザー等の造粒機にて、平均水分が約10%となるように、水をかけながら、数mmから十数mmのペレットを製造する。原料の鉱石や還元剤の粒径が  
5 大きい場合は、ボールミル等の粉砕機で粉砕した後に、混練して、造粒する。

当該ペレットは回転炉の炉床上に層状に供給され、炉床上に敷きこまれたペレットは急速に加熱され、5～20分間、1100～1300℃の高温で焼成される。この際に、ペレットに混合されている還元剤により酸化金属が還元され、金属が生成する。金属化率は還元される金属により異なるが、鉄、ニッケル、マン  
10 ガンでは、95%以上、還元しづらいクロムでも50%以上となる。また、製鉄業から発生するダストを処理する場合は、還元反応に伴い、亜鉛、鉛、アルカリ金属、塩素、等の不純物が揮発除去されることから、ダストを高炉や電気炉にリサイクルすることが容易となる。

このように、回転炉床を用いる金属の還元方法および製鉄ダストの還元処理方法においては、原料と還元剤をペレットにすることが条件で、原料の事前処理として、原料の酸化金属の粉体と還元剤の混合物を造粒性の良い状態にすることが重要であり、原料の事前粉砕やボールミルでの混練等の種々の方法が行われている。  
15

## 20 発明の開示

前述のように、従来法を用いた回転炉床法での酸化金属の還元方法は、生産性や製造費用の面で優れており、経済的に金属を製造する方法である。しかし、従来技術では、原料と還元剤を混合して、これをペレットにすることが重要であった。そのために、造粒性能の高い原料を選択するか、高価な粉砕機を設置して、  
25 原料を粉砕することにより造粒性を向上させることが必要であり、このための費用がかかる問題があった。

つまり、原料として鉄鉱石等の鉱石を使用する場合は、一般には原料鉱石の粒径が大きいため、平均粒径が数十から百ミクロン程度になるように粉砕した後、造粒して、ペレットを製造していた。その結果、粉砕工程の設備が高価であり、

また、粉砕機の運転のための電力がかかることや粉砕機器の磨耗に伴う整備費用がかかるといった欠点があった。

したがって、粉砕の費用を節約するために、微粉の原料を使用することがあるが、粒径の制約等の原料の選択性が厳しく、汎用的な方法ではなかった。そこで、  
5 湿式選鉱後の微粉の鉱石を使用したり、高炉や転炉のシックナーダスト、圧延工程でのスケールピットのスラジや酸洗工程での沈殿スラジ等を使用することが有効である。しかし、この場合でも、原料の含有水分が多すぎて造粒しづらいといった問題があった。すなわち、これらの原料は粒径が1ミクロン以下から百ミクロン程度の微粉であり、その結果、水分を含んだ状態では、これらは汚泥状となりやすく、真空脱水機やフィルタープレスでの脱水した後でも、水分が20%から50%にしかない。ペレットの製造の際は、原料の含有水分は、8から13質量%が適当であり、これらの湿式法で集めた原料は、水分が多すぎて、その  
10 ままでは造粒できなかった。

この問題の解決のためには、これらの湿式法で集めた原料を熱風等の熱源で完全に乾燥する方法がある。しかし、乾燥過程でこれらの粉原料が疑似凝集してしまい、そのままでは造粒することはできないため、これを粉砕して、再度、微粒の状態にした後に、コークス粉などとともに、加水して、造粒した後に、回転炉  
15 床で、還元されていた。

その結果、これらの湿式法で集めた原料を上記の方法で利用された場合でも、  
20 多量の熱源を用いて乾燥した後に、再度水分を加えられるため、造粒時の水分の蒸発に、再度、熱源が必要であり、経済的な金属の還元方法ではなかった。

特に、製鉄業等の金属の精錬業や加工業で発生するダストやスラジを湿式集塵機または沈殿槽から集めた場合には、これらの発生物は、最大80%の水分を含有しており、これらの発生物を回転炉床法で還元処理しようとする場合には、乾燥  
25 工程と乾燥後の粉砕処理の問題が顕著であった。

これらの問題を解決するために、例えば、特開平11-12619号公報に示されるように、原料を造粒せずに回転炉床式還元炉で使用方法として、原料を圧縮成形器でタイル状にして、これを回転炉床式還元炉で使用方法が提案されている。しかし、この方法でも、やはり、水分を大量に含有した状態の原料

を使用することには問題があった。つまり、特開平 1 1 - 1 2 6 2 4 号公報の方法においても、タイル状にした原料の水分を 6 ~ 1 8 % に調整する必要があった。百ミクロン程度の微粉が湿状態である場合は、通常の脱水機で、脱水工程のみでは、これを水分 1 5 ~ 3 0 質量% の範囲にしか低減できなかった。つまり、この

5 操業を実施するためには、やはり、事前の脱水処理に加え、乾燥処理が必要であり、このための複雑な水分制御が必要で、この設備の整備費用が高いなどの問題があった。

さらに、タイル状の原料は、ハンドリングが難しく、通常のベルトコンベア等の手段の搬送では、搬送中の乗り継ぎ等の際に、タイルが粉々になる搬送上の問題が生ずる。つまり、含水率が 6 ~ 1 8 % のタイル状の原料は 0. 5 m から 1 m

10 程度の落下で、ほとんどのものが損傷する。その結果、このタイル状の原料装入のためには、特開平 1 1 - 1 2 6 2 1 号公報に示されるような、タイル上の原料を炉内に静置するための複雑な装入装置が必要であった。その結果、この設備の設置の設備費用が高い等の問題も生じていた。

15 以上のように、従来法では、水分を含んだ粉状態の原料を回転床炉で還元するためには、原料の乾燥や成形のために、複雑な装置が多数必要であり、設備建設費用が多くかかる問題があった。その結果、設備建設と操業コストの両方に、経済的な問題があり、この問題を解決する新しい処理方法を実現する設備が求められていた。

20 更にまた、このような複雑な装入装置を 1 0 0 0 °C 以上の高温部の近くに設置することにより、装入装置の機器が熱変形を受けたり、高温下での腐食を受けたりといった整備上の問題が大きいものであった。

また、湿状態のタイル状の原料は、爆裂しやすい問題もある。ペレットに比べれば、爆裂しづらいが、特開平 1 1 - 1 2 6 2 1 号公報の方法での水分の多い条件である 1 2 ~ 1 8 質量% では、やはり、爆裂しやすいものである。これは、タ

25 イル状であると横方向への水蒸気の移動はないことが原因である。つまり、タイル状であると空間的に横方向が極端に長いため、水蒸気が上下のみの方向に抜けていくため、通過抵抗が高くなって、爆裂しやすいものであった。

このように、水分の多い粉体原料を乾燥することなく、回転床炉にて、焼成還

元する方法はのぞましい方法であるものの、高温の炉内で、水分の高い成形体からは激しく水分が蒸発することから、当該成形体が爆裂していた。その結果、成形体が粉化して、排ガス中へのダストロスが大幅に増加する問題、塊製品歩留が極端に悪化する問題等が生じていた。したがって、従来法で水分の比較的高い状態の成形物を直接的に焼成還元することは、経済的でなかった。

以上のように、いずれの従来法でも、水分を含んだ粉状態の原料を回転床炉で還元することには、経済的な問題があり、この問題を解決する新しい技術が求められていた。

本発明は、以下の（１）から（２５）の通りである。

10 （１）水分を含有する酸化金属を含有する粉体と炭素を含有する粉体の混合物を円柱もしくは粒状の成形物にする圧縮式成形装置、成形体搬送コンベア、成形体投入装置、および、回転炉床式還元炉を、標記の順に設置して、これらを搬送手段で連結してなることを特徴とする酸化金属の還元設備、

15 （２）水分を含有する状態で酸化金属を含む粉体と炭素を主体とする粉体を混合する装置、スラリー輸送装置、脱水装置、円柱もしくは粒状の成形物を製造する圧縮式成形装置、成形体搬送コンベア、成形体投入装置、および、回転炉床式還元炉を、標記の順に設置して、これらを搬送手段で連結してなることを特徴とする酸化金属の還元設備、

20 （３）脱水装置として、水分を含む状態の酸化金属を含む粉体と炭素を主体とする粉体の混合物を受ける帯状のフィルター、および、当該フィルターを挟み込んで圧縮する双ロールを有する脱水装置を用いることを特徴とする（２）記載の酸化金属の還元設備、

25 （４）脱水装置として、縦型で下部に内側に狭くなるテーパを有する円筒のスラリー保持部とその内部にスクリー式の粉体排出機構を有し、当該スラリー保持部と当該粉体排出機構の差速が毎分２～３０回転であり、当該スラリー保持部に働く遠心力が５００Ｇ以上の遠心式脱水装置を用いることを特徴とする（２）記載の酸化金属の還元設備、

（５）脱水装置として、水分を含む状態で酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物を受けるフィルターを両側から $10^6 \text{ N/m}^2$ 以上の力で押しつける装置を

有する脱水装置を用いることを特徴とする（２）記載の酸化金属の還元設備、

（６）成形装置として、湿状態の粉体を３０mm以下の径の穴型から押し出す型式の圧縮式成形機を用いることを特徴とする（１）又は（２）記載の酸化金属の還元設備、

- ５ （７）成形装置として凹型の最大厚みが３０mm以下のブリケット成形機を用いることを特徴とする（１）又は（２）記載の酸化金属の還元設備。

（８）成形体製造装置から回転床炉の炉床までの搬送において、成形体の合計落下距離が４．１m以下であることを特徴とする（１）又は（２）記載の酸化金属の還元設備。

- １０ （９）成形体投入装置として、首振り形式のベルトコンベアを用いることを特徴とする（１）又は（２）記載の酸化金属の還元設備。

（１０）含水粉体を貯蔵する複数の槽から、クラブバケットクレーン、または／および、スラリー輸送により、粉体質量合計に対して水分を１００％以上含む状態で酸化金属を含む粉体と炭素を主体とする粉体を混合する装置に供給すること

- １５ を特徴とする請求項２記載の酸化金属の還元設備、

（１１）回転炉床式還元炉の成形体供給部分の雰囲気温度を１１７０℃以下に制御する機構を有する特徴とする（１）又は（２）記載の酸化金属の還元設備、

- （１２）酸化金属と炭素と水分を含む粉体の混合物を、水分量を混合物全体の１５～３０質量％になるように脱水し、該混合物を圧縮成形により複数の円柱又は  
２０ 粒状の成形体とした後、直接、還元炉内に投入して焼成還元することを特徴とする回転炉床式還元炉の操作方法。

- （１３）粉体質量合計に対して水分を１．０倍以上含む状態で、酸化金属と炭素を含む粉体を攪拌混合して、これを１６～２６質量％の含有水分まで脱水装置で脱水した後に、圧縮成形機で成形して製造した、粉体充填率が０．４３～０．５  
２５ ８の範囲である成形体を、雰囲気温度が１１７０℃以下である炉内部分に投入して、その後に１２００℃以上の温度で焼成還元することを特徴とする回転炉床式還元炉の操作方法、

（１４）脱水装置として、水分を含む状態の粉体を受ける帯状のフィルター、および、当該フィルターを上下から挟み込んで圧縮する双ロールを有する脱水機を



用いることを特徴とする（１２）又は（１３）記載の回転炉床式還元炉の操作方法、

（１５）脱水装置として、縦型で下部に内側に狭くなるテーパーを有する円筒形状である、水分を含む状態の粉体の保持部とその内部にスクリー式の粉体排出機構を有し、当該保持部と当該粉体排出機構の差速が毎分２～３０回転であり、当該保持部に働く遠心力が５００Ｇ以上の遠心式脱水機を用いることを特徴とする（１２）又は（１３）記載の回転炉床式還元炉の操作方法。

（１６）脱水装置として、水分を含む粉体を保持するフィルターを両側から１０<sup>６</sup>N/m<sup>２</sup>以上の力で押しつける装置を有する脱水装置を用いて脱水することを特徴とする（１２）又は（１３）記載の回転炉床式還元炉の操作方法、

（１７）含有水分が１６～２６質量％の範囲、かつ、厚みまたは径が３０mm以下である、酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物を圧縮成形して製造した、粉体充填率が０．４３～０．５８の範囲である円柱または粒状の成形体を、雰囲気温度が１１７０℃以下である炉内部分に投入して、その後に１２００℃以上の温度で焼成還元することを特徴とする回転炉床式還元炉の操作方法、

（１８）圧縮成形機として、湿状態の粉体を押し込む装置と湿状態の粉体が通過する穴型からなる押し出し穴型式の圧縮成形機を用いることを特徴とする（１２）または（１３）又は（１７）記載の回転炉床式還元炉の操作方法、

（１９）圧縮成形機として、双ロール表面の凹状の型に湿状態の粉体を押しつけて成形するブリケット成形機を用いることを特徴とする（１２）または（１３）又は（１７）記載の回転炉床式還元炉の操作方法、

（２０）厚みまたは径が３０mm以下のある酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物を圧縮成形して製造した円柱または粒状の成形体を還元することを特徴とする（１７）記載の回転炉床式還元炉の操作方法、

（２１）酸化金属を含む粉体として、酸化鉄含有粉体を用いる場合に、酸化鉄と化合している酸素の原子モル量に対して固定炭素の原子モル量が０．５～１．５倍の範囲の成形体を還元することを特徴とする（１２）または（１３）又は（１７）記載の回転炉床式還元炉の操作方法、

（２２）圧縮成形機で成形して製造した、円柱もしくは粒状の成形体を、他の炉

内部分よりも雰囲気温度を低下させている部分に投入して、焼成還元することを特徴とする（１２）または（１３）又は（１７）記載の回転炉床式還元炉の操作方法、

（２３）酸化金属と炭素と水分を含む粉体の混合物を、水分量を混合物全体の１  
５ ５～３０質量％になるように脱水し、該混合物を圧縮成形により外形が３０mm  
以下の円柱又は粒状の成形体としたことを特徴とする還元炉原料の成形体、

（２４）含有水分が１６～２６質量％の範囲、かつ、厚みまたは径が３０mm以下である、酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物を圧縮成形して製造して得た、粉体充填率が０．４３～０．５８の範囲である円筒または粒状であることを特徴とする還元炉原料の成形体、および、  
１０

（２５）酸化金属を含む粉体として、酸化鉄含有粉体を用いる場合に、酸化鉄と化合している酸素の原子モル量に対して固定炭素の原子モル量が０．５～１．５倍の範囲であることを特徴とする（２３）又は（２４）記載の還元炉原料の成形体、

１５ である。

本発明は、水分を多く含む酸化金属粉体を原料とする還元を行う回転炉床式還元炉設備、その操作方法を、及び還元炉原料に関するものであり、以下の方法で行うものである。本発明に基づく、回転炉床法による金属酸化物の還元プロセスを図１に示す。

２０ 水分を多く含み、スラリー状態となっている原料粉体を良く混合する装置としての混合槽１で、攪拌装置２を用いて攪拌混合する。この原料粉体は、酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物である。酸化金属を含む粉体は、微粉の鉄鋼石であるペレットフィード、粉状態のマンガン鉱石やクロム鉱石などがある。また、鉱石以外に、電気炉ダスト、高炉ガス灰、転炉ダスト、鉄製品の酸洗時に  
２５ 発生する中和スラジ、鉄鋼の熱間圧延のミルスケール等の金属精錬や金属加工からの粉状態の発生物も使用可能である。また、この原料粉には、還元剤として、炭素を主体とする粉体、例えば、オイルコークス、粉コークス、チャー、粉石炭、その他の固定炭素を含む粉体（以下、炭素粉と記載）を混合する。

複数の含水粉体を貯蔵する槽から、攪拌槽１に原料の水を含む粉体を搬送する

には、酸化金属を含む粉体をクラブバケットクレーンやスラリー輸送の方法が望ましい。

スラリー状態となっている原料粉体を、短時間で均一に攪拌するためには、水分を多量に含んでいる必要がある。本発明者らが、種々の実験を繰り返して、解明した結果では、原料粉体が水分を多く含んでいると攪拌性が良い。つまり、水分が多く、流動性が高ければ、均一混合の時間が短くなるとともに、攪拌の動力も少なくてすむ利点がある。水分含有率が粉体質量合計に対して水分が100%以上の場合、スラリーの流動性が高くなることを見いだした。つまり、混合を容易にするためには、粉体質量合計に対して水分を100%以上含む状態で、酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物を攪拌混合することが必要である。

スラリー状態で、粉体が容易に沈殿しないためには、粉体粒径は小さい方がよい。攪拌を強化すれば、比較的大きい粉体も使用可能であるが、酸化金属粉で100ミクロン、炭素粉で180ミクロン以下、つまり、混合比率を勘案すれば、総平均粒径が120ミクロン以下であれば、100質量%の水分の状態、通常の毎分10～30回転程度の攪拌での均一に混合することが可能である。

当該スラリー状態となっている原料粉体をスラリーポンプ3にて、脱水装置4に送る。脱水装置4にて、含有水分が粉体質量の15～30%、好ましくは16～23%の範囲になるように脱水する。粒径の粗い粉体では含有水分16～26質量%とすることは比較的容易で、一般的な脱水機、例えば、真空脱水機、プレスフィルター、遠心式デカンター、で対応できる。ただし、前述したように本発明の望ましい原料である平均粒径が120ミクロン以下の微粉からなるスラリーの脱水の場合は、脱水物の水分を30質量%以下、好ましくは26質量%以下とすることは、一般的な脱水機では困難であり、特殊な脱水機を用いる。また、場合によっては、幾つかの型式の脱水機を組み合わせて使用することもある。

設備としては、原料の事前粉碎設備、原料混合設備、造粒設備、ペレット乾燥設備、回転炉床式還元炉、排ガス処理装置、還元ペレット冷却装置からなっている。

金属の還元方法および製鉄ダストの還元処理方法においては、回転炉床式還元炉と同様に、原料と還元剤をペレットにする設備が重要で、原料の事前処理の設

備、原料の酸化金属の粉体と還元剤の混合物を造粒性の良い状態にする設備が重要であり、原料の事前粉碎やボールミルでの混練等の種々の装置が設置されていた。

微粉体を用いる場合の脱水装置としては、図3に記載されるスラリーを受ける  
5 フィルター23、および、当該フィルターを挟み込んで圧縮双ロール25を有する脱水装置が良い。この脱水装置では、エンドレスの帯状に組み込まれているフィルター23上に、スラリー26を流し、このフィルターを圧縮双ロール26で挟み込み脱水する。スラリーの水分が多い場合は、圧縮双ロール26の手前で、フィルターの下方の真空吸引装置24を用いて、スラリー中の水分を予備脱水  
10 水すると効果的に脱水ができる。

また、特に細かい粉体を含むスラリーの脱水装置として、縦型の遠心式分離器を用いることも効果的である。この遠心分離器は、下部に内側に狭くなるテーパ  
15 ーを有する円筒のスラリー保持部とその内部にスクリー式の粉体排出機構を有し、当該スラリー保持部と当該粉体排出機構の差速が毎分2～30回転であり、当該スラリー保持部に働く遠心力が500G以上の遠心式脱水器である。この脱水機は、1基当たりの能力は小さいものの、遠心力を用いるため、分離効率が良く、水分が多く細かい粉体の脱水に向いている。特に、粒径が数ミクロン～30  
ミクロンあるいは数ミクロン～40ミクロンと小さい粉体に適用することは有効である。

20 また、脱水機として、スラリーを受けるフィルターを両側から $10^6 \text{ N/m}^2$ 以上の力で押しつける装置を有する高圧プレス式脱水機を用いることも可能であるが、前出の双ロールを有する脱水機と比較すると、やや脱水力が劣るため、100ミクロン前後のやや粗い粉体に使用することが望ましい。

次に、脱水されて、水分が15～30%、好ましくは16～26質量%の範囲  
25 となった湿状態の粉体をスラジ搬送コンベア5にて、圧縮成形機6に送り、ここで成形する。圧縮成形機の機種としては、図4に示す穴型に湿状態の粉体を押し込む型式の成形機（以降、穴型ペレッターと称す）と図5に示す双ロール表面の凹状の型に湿状態の粉体を押しつけて成形するブリケット成形機が、代表的な機種である。

- 穴型ペレッターでは、図 4 に示されるように、湿状態の成形体が円筒状に押し出される。原料は、原料供給口 28 から供給され、穴型 34 が多数開いている底プレート 33 の上で、駆動装置 29、駆動動力伝達機構 30、および、駆動シャフト 31 によって駆動されるローラー 32 の押し込みにより、成形体 35 となる。
- 5 他の方式では、胴部の中でスクリー式の押し込み機構があり、穴型の開いたプレートに押しつける型式のものなどもある。ブリケット成形機は、図 5 に示す装置であり、原料供給部 36 から粉体を供給して、凹状くぼみ 38 があるローラー 37 にて圧縮成形するものである。

- これらの機種を選定した理由としては、成形体の要求性状を満たす成形方法であることである。成形体に要求される性状としては、主に、成形体が炉内での爆裂を起こさないこと、および、湿状態での落下強度が高いことの 2 点である。
- 10

- 従来法の成形方法であるパン式ペレット製造方法は、粉体を傾斜部で転動することにより、表面に新しい粉体層を作らせて、成形体を成長させる方法である。この方法で製造したペレットは、粉体充填率が 0.65 ~ 0.75 程度と高く、かなり緻密な成形体である。緻密な成形体は、回転炉床の原料供給部の 900℃
- 15
- 以上の部分で爆裂が起きやすい。直径が 10 mm 程度のペレットでは、水分が 3 質量% 以上では、炉内に供給した直後に爆裂するものであった。なお、粉体充填率とは、成形体の容積の内に含まれる粉体の容積の比率である。

- 本発明者らは、湿状態の成形体を直接炉内に供給したときの爆裂条件について
- 20
- の研究を繰り返し、成形体が爆裂を起こさないためには、成形体の粉体充填密度が比較的低いことが重要であることを解明した。つまり、回転炉床による還元炉での成形体の爆裂は、成形体を 900℃ 以上の高温の炉内に供給するために、成形体内部の水分が急速に蒸発して、成形体内部の圧力が高まることが原因である。そこで、種々の実験を繰り返した結果、本発明者らは、爆裂現象は、成形体の粉
- 25
- 体充填密度と含有水分の両者に強く影響を受けていることを解明したのである。なお、粉体充填率とは、粉体が成形体の内部を占有する比率ある。

また、粉体充填率を低下させると、含有水分が高くと、爆裂しづらことを解明した。高温の炉内で、成形体内部の水分が急速に蒸発して成形体内部の圧力が高まることを防止するには、粉体粒子間に空隙が多いことが重要である。粉体充

充填率が低下すると爆裂限界水分が上昇しており、粉体充填率が0.58以下では、16～26%の水分でも爆裂は起きなかった。ただし、あまり粉体充填率が低いと、落下強度が低下する問題があるため、0.4以上粉体充填率を確保する必要がある。

- 5 一般的に、圧縮成形法による成形体の製造は、爆裂を起こしづらい条件の粉体充填率の低いものを製造できる利点がある。高温の炉内で、成形体内部の水分が急速に蒸発して成形体内部の圧力が高まることを防止するには、粉体粒子間に空隙が多いことが重要である。

- 図6に、直径が20mmの成形体での、粉体充填率が1170℃の雰囲気中に投入した際の爆裂限界水分に与える影響を示した。粉体充填率が低下すると爆裂限界水分が上昇しており、粉体充填率が0.58以下では、18質量%の水分でも爆裂も部分的な粉化も起きず、23～26質量%の水分でも、表面のはがれ現象は生じたが、爆裂は生じなかった。さらに、粉体充填率が0.55以下では、23～30質量%程度の水分でも表面のはがれ現象も起きなかった。つまり、爆裂防止の観点からは、粉体充填率は0.58以下が望ましい。低粉体充填率のものでは、爆裂限界水分が23～26質量%の状態が高止まりの傾向にある。

- さらに、成形体の形状によって、爆裂の条件が異なることも解明した。まず、タイル状の成形体で、厚みが20mm、長さや幅が150mmのものでは、粉体充填率が0.58の状態でも、水分が17%で爆裂が起きていた。一方、穴型ペ  
20 レッターで製造した、径が15mmで長さが25mmの円筒状の成形体では、粉体充填率が0.58の状態は、水分が25%まで爆裂が起きなかった。また、ブリケット製造機で製造した、厚みが20mmで辺が40mmのアーモンド状の成形体では、粉体充填率が0.58の状態では、水分が23%まで爆裂が起きなかった。つまり、板状の成形体では、爆裂しやすく、一方、円筒や粒状の成形体で  
25 は、爆裂しづらい特徴がある。そこで、本発明では、成形体の形状を円筒か粒状のものに特定した。

穴型ペレッターとブリケット成形機で製造した成形体は、爆裂しづらいこと  
理由も解明した。穴型ペレッターの成形体は円周側の表面は緻密になっているものの、円筒の切断面はルーズになっている。その結果、含有水分が多い場合も、

水蒸気の通過抵抗は小さいことから、爆裂が起きづらいことが解明された。条件によっては、穴型ペレットでの成形体は含有水分が26質量%でも1170℃の炉内で爆裂しないこともあり、最も耐爆裂性が良かった。ブリケット成形機においても、圧縮が厚み方向に一次元的であることから、ブリケット成形体の横側  
5 での密度が上がっておらず、そこから、水蒸気が抜けやすかったことが解明された。また、爆裂は成形体のサイズにも影響されることが判明した。円筒か粒状の成形体でも、条件によっては、30mm以上の成形体は水分26質量%以下でも1170℃の炉内で爆裂が起ることがある。そこで、成形体の厚みまたは径が30mm以下とすることが望ましい。

10 回転炉床式の還元炉では、中央を欠いた円盤状の炉床が回転する。当該炉床は、焼成・還元ゾーンを経由して、成形体の排出ゾーンで、還元済みの成形体が排出される。その後、炉床が成形体の供給部に到達する。この時の炉床の温度は、1150～1300℃であることから、通常の操業では、成形体供給部の温度は、1000～1250℃である。つまり、操業条件によっては、成形体供給部の温  
15 度は、1170℃以上のこともある。このような場合は、成形体供給部を冷却して、温度を1170℃以下とすることも好ましく、冷却方法としては、成形体供給部の周囲の天井を水冷壁としたり、成形体供給部に高温の燃焼ガスが入らない構造にしたりすることがよい。

次に、重要な成形体の性状は落下強度が強いことである。成形体は、成形機から炉床まで搬送される過程で、コンベアの乗り継ぎと炉内への投入で、0.5～2m程度の落下距離を数回落下する。したがって、落下強度（形状が破壊されるまでの合計の落下距離で表示）の強い成形体が求められ、回転炉床式還元炉では、4～5m程度以上の値が求められている。一般的に、粉体充填密度が低い成形体は落下強度が低いため、前述の爆裂を起こさない条件と矛盾する。そこで、本発  
25 明者らは、粉体充填密度が低い成形体の落下強度を高める研究を行った結果、水分がある比率以上あれば、落下時に成形体が衝撃を受けても変形するだけで、破壊されないことを解明した。

本発明者らは、水分の落下強度に対する影響を研究したところ、水分が16質量%以上であれば、粉体充填率が0.43以上の成形体は、落下強度が4.2m

以上あることを解明した。ただし、粉体充填率が0.43以下の場合は、水分含有率に関わらず、落下強度が2～4m程度と低かった。したがって、落下強度の確保の観点から、水分は16質量%以上で、粉体充填率は0.43以上であることが望ましい。

- 5      また、水分や粉体充填密度が同じ条件でも、前出のタイル状の成形体では0.5mの落下試験を1回ただけで破壊してしまった。つまり、特開平11-12624号公報に記載される方法でのタイル状の成形体では、形状的に落下強度が低すぎて、通常のハンドリング方法では、成形体のままで炉内に供給できないことが判明した。それに対して、本発明の方法により製造した成形体は、通常のハン
- 10    ドリング方法でも、そのままの形状で炉内に供給できた。

- 以上の実験結果をもとに、本発明者らは、成形体の条件として、含有水分が15～30質量%、好ましく16～26質量%の範囲で、粉体充填率が0.43～0.58の範囲にすることが望ましく、前出の穴型ペレッターとブリケット成形機が最も有効な装置であることを解明した。他の装置でも本発明の目的にかなう
- 15    成形体を製造することは可能であるが、穴型ペレッターとブリケット成形機は、成形体の性能も良く、製造コストも低いため、最も有効な装置である。

- 以上の方法により成形された成形体は、湿状態のまま、成形体搬送コンベア7を経由して、成形体の供給装置である、首振りコンベア8を用いて、回転炉床式還元炉9に供給される。回転炉床式還元炉9の成形体供給部の温度は1170℃
- 20    以下とする。

- 回転炉床式還元炉9では、湿状態の成形体は、1170℃以下の雰囲気温度である部分に供給される。雰囲気温度が1170℃の場合は、成形体内部の温度上昇率が高すぎて、水蒸気圧力が高くなり、本発明の範囲の条件で製造した成形体でも爆裂を起こす可能性が高いため、この部分の温度は1170℃以下とする必要
- 25    がある。

    回転炉床式還元炉9では、成形体が1100～1350℃程度の温度で焼成され、成形体内部の炭素分により、酸化金属が還元される。本発明の原料混合方法は、水を多く含む状態で攪拌混合されているため、成形体の酸化金属と炭素が均一に混合されており、効率よく反応する効果もある。



さらに、本発明者らは、酸化鉄の還元の際には、炭素比率のコントロールが重要であることを解明した。酸化鉄の還元の際には、炭素が不足すると、還元が不完全で金属化率が低くなることがあり、また、炭素が大過剰であると、余剰の炭素が鉄と反応して、セメントイト ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) を生成して、還元された成形体が 1 2 0 0 °C 前後で炉内で熔融を始める。一般的な回転炉床式還元炉は、熔融鉄を扱うように炉床や排出装置が設計されていないため、熔融鉄ができると炉床が損傷する問題が発生する。

成形体に含有する固定炭素が、酸化鉄と化合している酸素に対して一酸化炭素まで反応すると仮定して計算された固定炭素のモル数（以降、計算炭素モル量と称す）の 1.5 倍以下の範囲の量であれば、上記された還元不足と鉄熔融の問題が発生しない。また、本発明者らは、条件で変わることがあるが、酸化鉄と反応する炭素は、一酸化炭素までの反応と二酸化炭素までの反応の中間で、10% から 70% が二酸化炭素までの反応であることが解明した。その結果、計算炭素モル量の 0.5 倍以上の固定炭素量であれば、金属化率が 70% 以上の還元生成物が得られる。

計算炭素量に対して固定炭素量が 0.5 の場合は、鉄の金属化率は 80% 程度で、何とか直接還元鉄として使用できるものである。一方、計算炭素量に対して固定炭素量が 1.5 の場合は、金属化率は、97% と非常に高いものである。その時の還元物の金属鉄量に対して、残留炭素量は 2.5% 程度であった。その結果、残留炭素の全量が鉄に浸炭していても、融点が 1300 °C 以上であり、最高でも 1300 °C 程度の回転炉床式還元炉内の温度では、還元物熔融の問題は起きない。

還元された成形体は、回転炉床式還元炉 9 から排出されて、製品冷却装置 13 にて、常温まで冷却される。ただし、電気炉等で使用する場合には、900 °C 程度の高温のまま溶解工程に供給することもある。回転炉床式還元炉 9 からの燃焼排ガスはガス冷却装置 10 と集塵機 11 を経由して、煙突 12 から大気に放散される。

なお、回転炉床式還元炉で使用する原料成形体については、含有水分が 15 ~ 30 質量%、好ましくは 16 ~ 26 質量% の範囲、かつ、粉体充填率が 0.43

～0.58の範囲、かつ、厚みまたは径が30mm以下である、酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物を圧縮成形して製造した円筒または粒状の成形体であることを満たしていれば、必ずしも、上記の手順をふまえた方法で製造したものでなくとも、本発明の目的にかなった還元操業が可能である。

- 5 本発明を金属の精錬もしくは加工で発生するスラジやダストの処理に活用することは、特に、有効な方法である。例えば、製鉄所の高炉のガス灰は湿式のベンチュリースクラバーで集塵して、シックナーでスラリーになっている。また、圧延の酸洗での廃酸を中和した中和スラジもある。このようなダストやスラジは脱水機をかけて処理しているが、再利用することが難しく、費用もかかるものである。
- 10 例えばこれらのダストやスラジをシックナーから混合槽1に直接受ければ、中間処理がなく、簡単な方法で還元処理用の原料成形体とすることができる。したがって、金属の精錬また加工の工程で発生するダストやスラジを用いることは、本発明にとって最も望ましい方法の一つである。

- ここで、操業方法の比較として、従来法による操業の設備を図2に示す。従来
- 15 法の設備での操業では、本発明の設備の操業の脱水工程の後に、原料はスラジ粉体搬送コンベア15で送られ、粉体乾燥機16で水分が5～10質量%の範囲の乾燥する。また、その後、粉体に散水装置18で加水しながら、造粒装置17にてペレットを製造する。さらに、ペレット搬送コンベア19にて、ペレット乾燥装置20に送られて、ここでペレットを水分2質量%程度まで乾燥する。その後
- 20 に、回転炉床式還元炉にて、ペレットを焼成還元する。このように、本発明による方法に比べると、従来法による操業は多工程にわたり、複雑である。また、連続して、脱水、乾燥、加水、脱水と水分調整を繰り返すことから、このためのエネルギーロスも大きい方法であり、本発明による設備の有効性が比較的に示される。

- 25 回転炉床式還元炉で使用する原料としての観点からは、本発明は湿状態の原料から製造する際に、還元用成形体は最も簡易に製造できる技術である。圧縮成形機で製造された成形体の条件は、円筒もしくは粒状で、厚みもしくは径が30mm以下であり、含有水分が15～30質量%、好ましくは16～26質量%の範囲、かつ、粉体充填率が0.43～0.58の範囲であることがよい。上記の方

法で成形された成形体を還元すると、原料成形体の落下強度が高く、また、爆裂もしないため、回転炉床式還元炉で経済的に還元ができる原料成形体とできる。

#### 図面の簡単な説明

- 5 図 1 は、本発明に基づく、水分を含む粉体原料を還元する回転炉床式還元炉の設備構成の一例を示す図である。
- 図 2 は、従来法に基づく、回転炉床式還元炉設備構成の一例を示す図である。
- 図 3 は、エンドレスの帯状フィルターの上にスラリーを落とし、圧縮双ロールにて、圧搾する形式の脱水装置を示す図である。
- 10 図 4 は、粉体を穴型から押し出し形式の圧縮成形機を示す図である。左が構成図で、右が圧縮ローラーの図である。
- 図 5 は、凹状の型で粉体を圧縮成形する形式のブリケット圧縮成形機を示す図である。
- 図 6 は、成形体の粉体充填率が 1 1 7 0℃での爆裂限界水分に与える影響を示す図である。
- 15 1 : 混合槽。2 : 攪拌装置。3 : スラリーポンプ。4 : 脱水装置。5 : スラジ搬送コンベア。6 : 圧縮成形機。7 : 成形体搬送コンベア。8 : 首振りコンベア。9 : 回転炉床式還元炉。10 : ガス冷却装置。11 : 集塵機。12 : 煙突。13 : 製品冷却装置。14 : 脱水装置。15 : スラジ粉体搬送コンベア。16 : 粉体乾燥機。17 : 造粒機。18 : 散水装置。19 : ペレット搬送コンベア。20 : ペレット乾燥装置。21 : 乾燥ペレットコンベア。22 : スラリー入口。23 : フィルター。24 : 真空吸引装置。25 : 圧縮双ロール。26 : スラリー。27 : 脱水物。28 : 原料供給口。29 : 駆動装置。30 : 駆動動力伝達機構。31 : 駆動シャフト。32 : ローラー。33 : 底プレート。34 : 穴型。35 : 成形体。
- 25 36 : 原料供給部。37 : 圧縮ローラー。38 : 凹状くぼみ。39 : ブリケット。

#### 発明を実施するための最良の形態

本発明に基づく操業を行った実施例を表 1 に示す。使用した設備は、図 1 に示される構成のものであり、還元能力は、湿状態の成形体量の基準で、毎時 10 ト

ンのものである。脱水機は双ロール式のもの、成形機は穴型ペレッターを用いた。

### 実施例 1, 2

- 原料は、表 1 に示すとおり、微粉の粉鉱石であるペレットフィードと 1 mm ア  
 5 nder のコークス粉の混合物と、一貫製鉄所での高炉ガス灰、熱間圧延スケール  
 ピットの沈殿スラジ、および、1 mm アンダーのコークス粉の混合物の 2 種類を  
 用いた。

表 1

	単位	実施例1	実施例2
原料(鉄源)		ペレットフィード	高炉ガス灰 スケールピット沈殿スラジ
FeO	%	1.2	10.5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	80.3	58.3
C	%	12.5	10.2
ZnO	%	0.01	0.95
Na	%	0.12	0.25
K	%	0.03	0.33
原料成形体			
スラリー水分	%	130	185
成形体水分	%	17.1	19.8
粉体充填率		0.57	0.55
成形体落下強度	m	4.7	6.9
還元炉条件			
原料供給部温度	℃	981	983
還元温度	℃	1210	1210
還元時間	min	15	15
製品			
金属化率	%	95.2	92.8
脱 Zn 率	%	89.2	97.3
脱アルカリ率	%	97.8	99.1
塊製品歩留	%	93.8	95.4

操業条件としては、表 1 に示すとおりであるが、混合槽 1 の原料水分は粉体質  
 量の 130 ~ 185 %、成形前の原料水分は粉体質量の 17 ~ 20 % である。粉  
 体充填率は、本発明の範囲内である。また、成形体のサイズは、直径が 15 mm

で長さが25mmである。成形体の投入部の炉内温度は、約980℃、還元部の炉内温度は1210℃であり、また、還元時間は15分である。

実施例1は、ペレットフィードを用いた操業例で、炭素混合比率の適正であったことから、生産性の高い操業であった。この操業では、金属化率は97%と高く、落下による粉化と爆裂がほとんどなかったことから、塊製品歩留も94%と高かった。実施例2は、高炉ガス灰と熱間圧延スケールピットの沈殿スラジを用いた操業例で、還元とともに脱亜鉛と脱アルカリも狙った操業である。この操業では、金属化率は91%で、脱亜鉛率は97.5%、脱アルカリ率は99%と不純物除去は有効にできていた。この実施例でも落下による粉化と爆裂がほとんど  
5  
10

なかったことから、塊製品歩留も95%と高かった。

本発明による還元操業と図2に示される設備を使用した従来法との経済性を比較した。本発明での操業では、原料の前処理が混合工程、脱水工程、および、成形工程しかないため、原料前処理の費用は、比較例に比べて、30%程度で済んでいる。また、プロセス全体での費用でも、約15%の削減ができています。さらに、建設費用については、原料前処理が簡便であることから、実施例は、比較例よりも約10%削減された。  
15

以上のように、湿状態の粉体を使用する本発明を用いた回転炉床式還元炉設備では、原料成形体の爆裂などの操業上の問題もなく、安価な建設費用で、エネルギー消費量をはじめとする操業費用も安価で操業できる。また、回転炉床式還元炉での整備費の安く、金属酸化物を経済的に、還元できる。特に、粉体の乾燥工程とその付帯装置を省略できることにより、設備費を低減できる効果は大きい。  
20

#### 実施例3, 4

原料は、表2に示すとおり、微粉の粉鉱石であるペレットフィードと1mmアンダーのコークス粉の混合物と、一貫製鉄所での高炉ガス灰、熱間圧延スケールピットの沈殿スラジ、および、1mmアンダーのコークス粉の混合物の2種類を用いた。  
25

表 2

		単位	実施例3	実施例4
原料(鉄源)			ペレットフィード	高炉ガス灰 スケールピット沈殿スラジ
FeO	%		1.2	10.5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%		80.3	58.3
C	%		12.5	10.2
ZnO	%		0.01	0.95
Na	%		0.12	0.25
K	%		0.03	0.33
原料成形体				
スラリー水分	%		130	185
成形体水分	%		17.1	19.8
粉体充填率			0.57	0.55
成形体落下強度	m		4.7	6.9
還元炉条件				
原料供給部温度	℃		981	983
還元温度	℃		1210	1210
還元時間	min		15	15
製品				
金属化率	%		95.2	92.8
脱 Zn 率	%		89.2	97.3
脱アルカリ率	%		97.8	99.1
塊製品歩留	%		93.8	95.4

操業条件としては、表 2 に示すとおりであるが、混合槽 1 の原料水分は粉体質  
 5 量の 120～200%、成形前の原料水分は粉体質量の 17～20% である。粉  
 体充填率は、本発明の範囲内である。また、成形体のサイズは、直径が 15 mm  
 で長さが 25 mm である。成形体の投入部の炉内温度は、約 980℃、還元部の  
 炉内温度は 1210℃ であり、また、還元時間は 15 分である。

実施例 3 は、ペレットフィードを用いた操業例で、炭素混合比率の適正であつ  
 10 たことから、生産性の高い操業であった。この操業では、金属化率は 97% と高  
 く、落下による粉化と爆裂がほとんどなかったことから、塊製品歩留も 94% と  
 高かった。実施例 4 は、高炉ガス灰と熱間圧延スケールピットの沈殿スラジを用  
 いた操業例で、還元とともに脱亜鉛と脱アルカリも狙った操業である。この操業

では、金属化率は91%で、脱Zn率は97.5%、脱アルカリ率は99%と不純物除去は有効にできていた。この実施例でも落下による粉化と爆裂がほとんどなかったことから、塊製品歩留も95%と高かった。

5 本発明による還元操業と図2に示される設備を使用した従来法との経済性を比較した。本発明での操業では、原料の前処理が混合工程、脱水工程、および、成形工程しかないため、原料前処理の費用は、比較例に比べて、30%程度で済んでいる。また、プロセス全体での費用でも、約15%の削減ができた。

10 以上のように、湿状態の粉体を使用する本発明を用いた操業では、原料成形体の爆裂などの操業上の問題もなく、安価な建設費用で、エネルギー消費量をはじめとする操業費用も安価である。その結果、回転炉床式還元炉での鉱石、および、酸化金属含有のダストやスラジの粉体の還元を経済的に実施できた。

#### 産業上に利用可能性

15 本発明によれば、還元用回転炉床法において、経済的に、湿状態の粉体原料を用いて、酸化金属の還元を行い、金属の製造することができる。また本発明は、金属製造業から発生する酸化金属を含むダストとスラジの処理を経済的に実施することには有効であり、水分を多く含んだ酸化金属粉体の還元や金属の精錬や加工の工程で発生する酸化金属を含むダストとスラジの処理を、少ない工程で経済的に実施する回転炉床式還元炉の酸化金属の還元設備ができる。特に、水分を大  
20 量に含有するダストとスラジを処理するために、本発明による操業は有効な手段である。

## 請求の範囲

1. 水分を含有する酸化金属を含有する粉体と炭素を含有する粉体の混合物を円柱もしくは粒状の成形物にする圧縮式成形装置、成形体搬送コンベア、成形体  
5 投入装置、および、回転炉床式還元炉を、標記の順に設置して、これらを搬送手段で連結してなることを特徴とする酸化金属の還元設備。
2. 水分を含有する状態で酸化金属を含む粉体と炭素を主体とする粉体を混合する装置、スラリー輸送装置、脱水装置、円柱もしくは粒状の成形物を製造する圧縮式成形装置、成形体搬送コンベア、成形体投入装置、および、回転炉床式還元  
10 炉を、標記の順に設置して、これらを搬送手段で連結してなることを特徴とする酸化金属の還元設備。
3. 脱水装置として、水分を含む状態の酸化金属を含む粉体と炭素を主体とする粉体の混合物を受ける帯状のフィルター、および、当該フィルターを挟み込んで圧縮する双ロールを有する脱水装置を用いることを特徴とする請求項2記載の  
15 酸化金属の還元設備。
4. 脱水装置として、縦型で下部に内側に狭くなるテーパを有する円筒のスラリー保持部とその内部にスクリー式の粉体排出機構を有し、当該スラリー保持部と当該粉体排出機構の差速が毎分2～30回転であり、当該スラリー保持部に働く遠心力が500G以上の遠心式脱水装置を用いることを特徴とする請求項  
20 2記載の酸化金属の還元設備。
5. 脱水装置として、水分を含む状態で酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物を受けるフィルターを両側から $10^6 \text{ N/m}^2$ 以上の力で押しつける装置を有する脱水装置を用いることを特徴とする請求項2記載の酸化金属の還元設備。
6. 成形装置として、湿状態の粉体を30mm以下の径の穴型から押し出す型  
25 式の圧縮式成形機を用いることを特徴とする請求項1又は2記載の酸化金属の還元設備。
7. 成形装置として凹型の最大厚みが30mm以下のブリケット成形機を用いることを特徴とする請求項1又は2記載の酸化金属の還元設備。
8. 成形体製造装置から回転炉床の炉床までの搬送において、成形体の合計落



下距離が4. 1 m以下であることを特徴とする請求項1又は2記載の酸化金属の還元設備。

9. 投入装置として、首振り形式のベルトコンベア又は振動フィーダーを用いることを特徴とする請求項1又は2記載の酸化金属の還元設備。

- 5 10. 含水粉体を貯蔵する複数の槽から、クラブバケットクレーン、および/または、スラリー輸送により、粉体質量合計に対して水分を1. 0倍以上含む状態で酸化金属を含む粉体と炭素を主体とする粉体を混合する装置に供給することを特徴とする請求項2記載の酸化金属の還元設備。

- 10 11. 回転炉床式還元炉の成形体供給部分の雰囲気温度を1170℃以下に制御する機構を有する特徴とする請求項1又は2記載の酸化金属の還元設備。

12. 酸化金属と炭素と水分を含む粉体の混合物を、水分量を混合物全体の15～30質量%になるように脱水し、該混合物を圧縮成形により複数の円柱又は粒状の成形体とした後、直接、還元炉内に投入して焼成還元することを特徴とする回転炉床式還元炉の操作方法。

- 15 13. 粉体質量合計に対して水分を1. 0倍以上含む状態で、酸化金属と炭素を含む粉体を攪拌混合して、これを16～26質量%の含有水分まで脱水装置で脱水した後に、圧縮成形機で成形して製造した、粉体充填率が0. 43～0. 58の範囲である成形体を、雰囲気温度が1170℃以下である炉内部分に投入して、その後に1200℃以上の温度で焼成還元することを特徴とする回転炉床式還元炉の操作方法。

14. 脱水装置として、水分を含む状態の粉体を受ける帯状のフィルター、および、当該フィルターを上下から挟み込んで圧縮する双ロールを有する脱水機を用いることを特徴とする請求項12又は13記載の回転炉床式還元炉の操作方法。

- 25 15. 脱水装置として、縦型で下部に内側に狭くなるテーパーを有する円筒形状である、水分を含む状態の粉体の保持部とその内部にスクリー式の粉体排出機構を有し、当該保持部と当該粉体排出機構の差速が毎分2～30回転であり、当該保持部に働く遠心力が500G以上の遠心式脱水機を用いることを特徴とする請求項12又は13記載記載の回転炉床式還元炉の操作方法。

16. 脱水装置として、水分を含む粉体を保持するフィルターを両側から10<sup>6</sup>

N/m<sup>2</sup>以上の力で押しつける装置を有する脱水機を用いて脱水することを特徴とする請求項12又は13記載記載の回転炉床式還元炉の操業方法。

17. 含有水分が16～26質量%の範囲、かつ、厚みまたは径が30mm以下である、酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物を圧縮成形して製造した、  
5 粉体充填率が0.43～0.58の範囲である円柱または粒状の成形体を、雰囲気温度が1170℃以下である炉内部分に投入して、その後に1200℃以上の温度で焼成還元することを特徴とする回転炉床式還元炉の操業方法。

18. 圧縮成形機として、湿状態の粉体を押し込む装置と湿状態の粉体が通過する穴型からなる押し出し穴型式の圧縮成形機を用いる請求項12又は17記載の  
10 回転炉床式還元炉の操業方法。

19. 圧縮成形機として、双ロール表面の凹状の型に湿状態の粉体を押しつけて成形するブリケット成形機を用いることを特徴とする請求項12又は13又は17記載の回転炉床式還元炉の操業方法。

20. 厚みまたは径が30mm以下のある酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物を圧縮成形して製造した円柱または粒状の成形体を還元することを特徴とする請求項12又は13又は17記載の回転炉床式還元炉の操業方法。  
15

21. 酸化金属を含む粉体として、酸化鉄含有粉体を用いる場合に、酸化鉄と化合している酸素の原子モル量に対して固定炭素の原子モル量が0.5～1.5倍の範囲の成形体を還元することを特徴とする請求項12又は13又は17記載の  
20 回転炉床式還元炉の操業方法。

22. 圧縮成形機で成形して製造した、円柱もしくは粒状の成形体を、他の炉内部分よりも雰囲気温度を低下させている部分に投入して、焼成還元することを特徴とする請求項12又は13又は17記載の回転炉床式還元炉の操業方法。

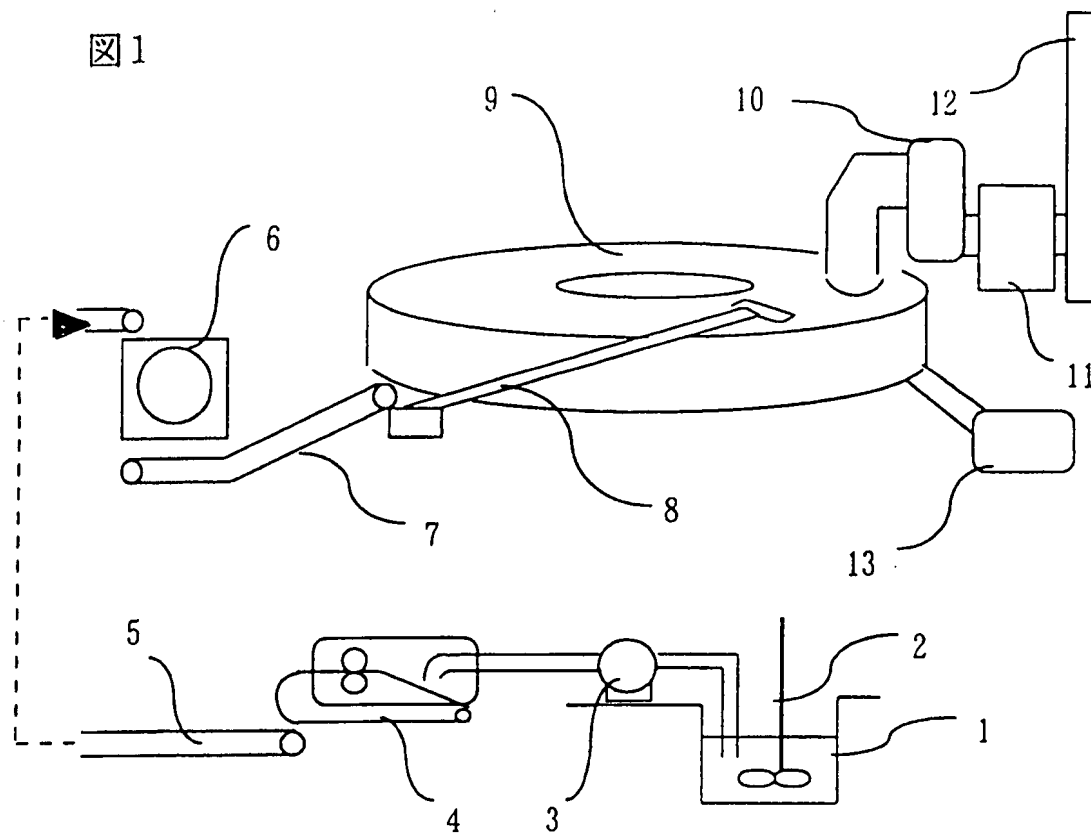
23. 酸化金属と炭素と水分を含む粉体の混合物を、水分量を混合物全体の15  
25 ～30質量%になるように脱水し、該混合物を圧縮成形により外形が30mm以下の円柱又は粒状の成形体としたことを特徴とする還元炉原料の成形体。

24. 含有水分が16～26質量%の範囲、かつ、厚みまたは径が30mm以下である、酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物を圧縮成形して製造して得た、粉体充填率が0.43～0.58の範囲である円筒または粒状であること

を特徴とする還元炉原料の成形体。

25. 酸化金属を含む粉体として、酸化鉄含有粉体を用いる場合に、酸化鉄と化合している酸素の原子モル量に対して固定炭素の原子モル量が0.5～1.5倍の範囲であることを特徴とする請求項23又は24記載の還元炉原料の成形体。

1/4



2/4

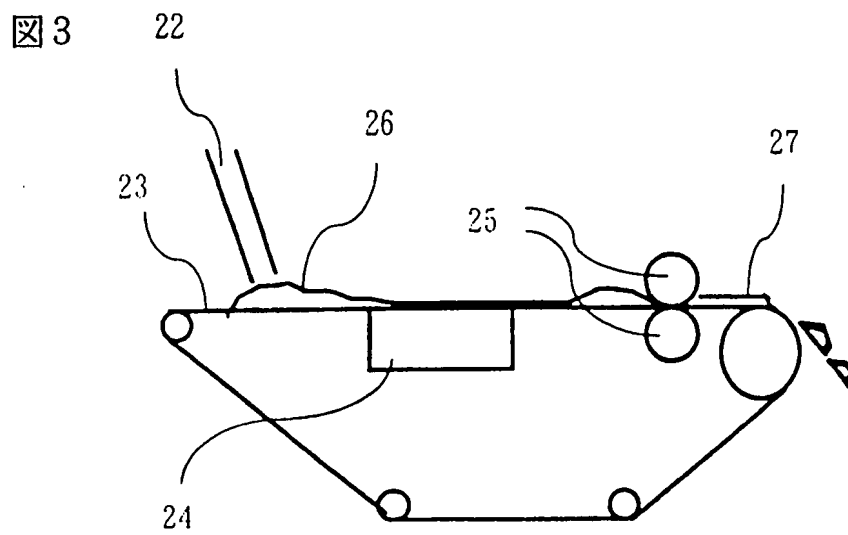
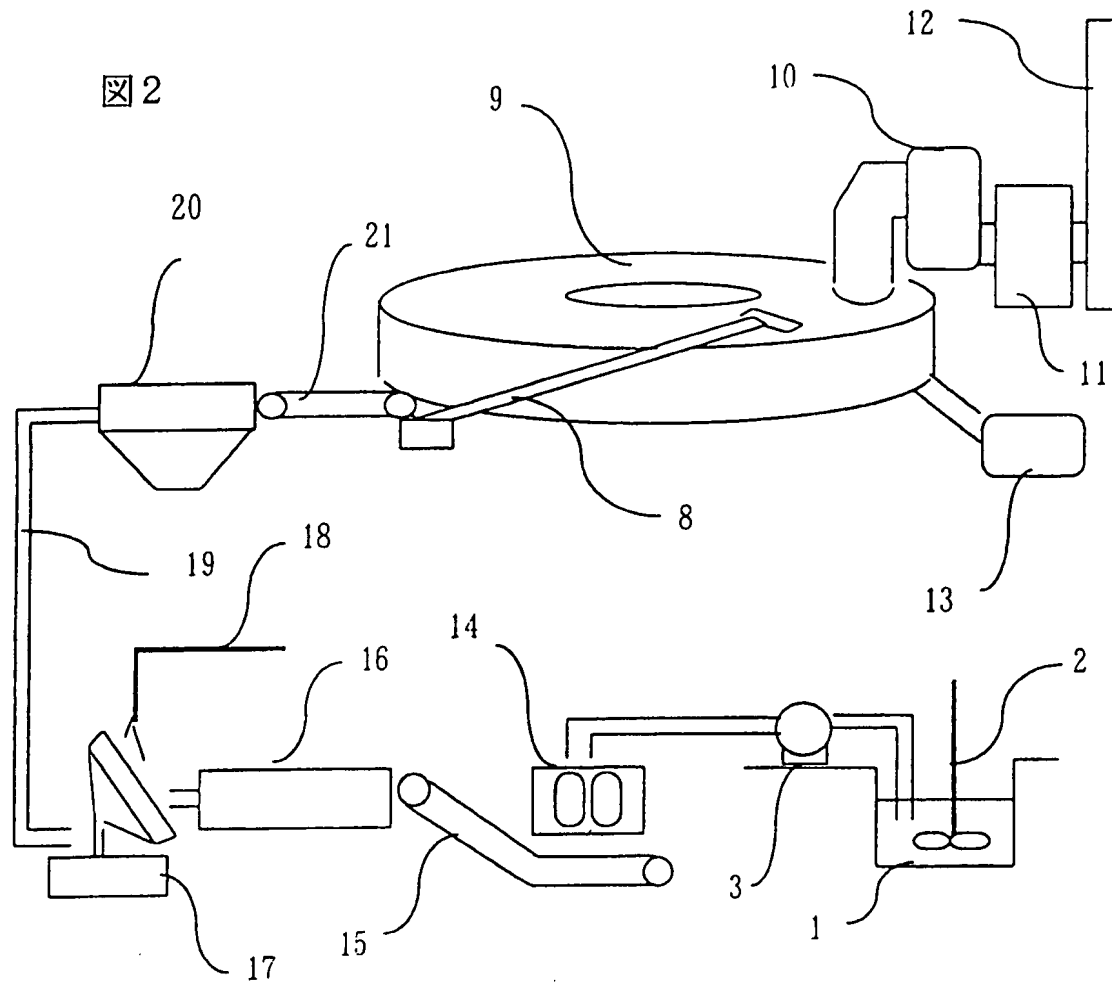


図 4

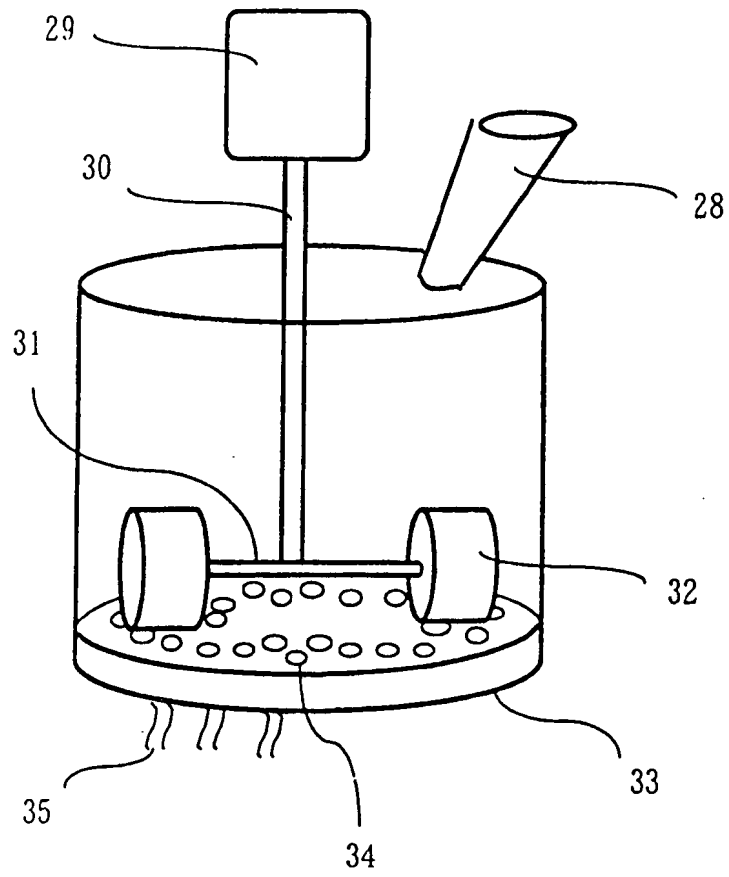
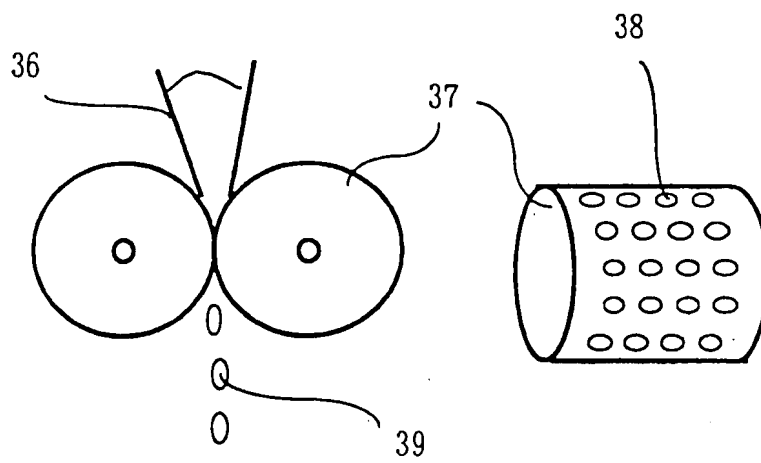
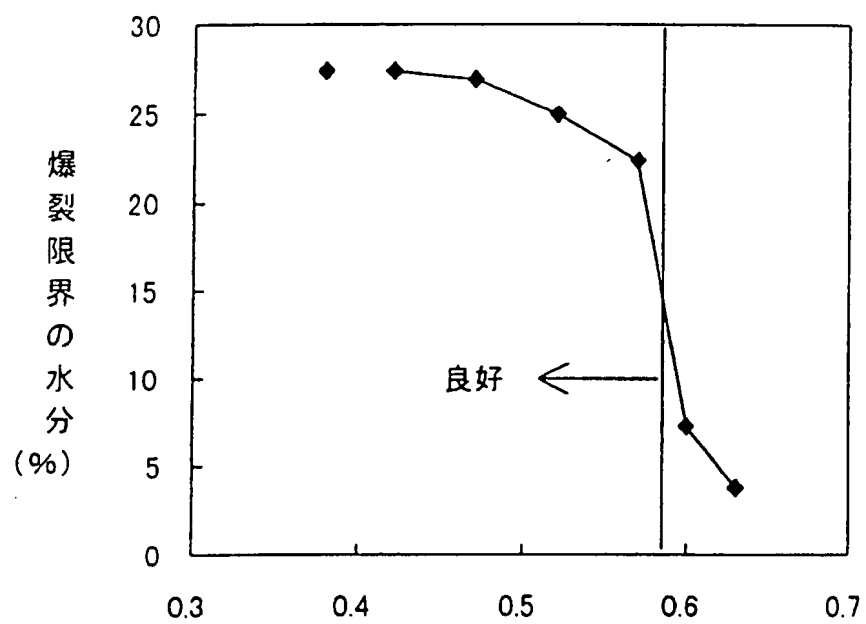


図 5



4/4

図 6



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/08771

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> C21B13/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>7</sup> C21B13/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 11-12619, A (Sumitomo Metal Ind. Ltd.), 19 January, 1999 (19.01.99), esp., Par. No. 0049: (Pellet) (in Japanese) (Family: none)	1-25
Y	JP, 9-19607, A (Kubota Corporation), 21 January, 1997 (21.01.97), drawing: (Belt press) (in Japanese) (Family: none)	3, 14
Y	JP, 52-45518, A (Chikara Hidaka), 11 April, 1975 (11.04.75), esp., page 2, upper left column: (Water%), page 3, lower right column: (Filter press) (in Japanese) (Family: none)	1-25
Y	JP, 59-39095, U (Ebara Infilco Co., Ltd.), 12 March, 1984 (12.03.84), drawing: (Screw press) (in Japanese) (Family: none)	4, 15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search  
21 February, 2001 (21.02.01)

Date of mailing of the international search report  
06 March, 2001 (06.03.01)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/08771

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 6-206097, A (Toufuku K.K.), 26 July, 1994 (26.07.94), Par. No. 0025 (Centrifugal separator 22) (in Japanese) (Family: none)	4, 15
Y	JP, 43-12496, B1 (United States Steel Corp.), 27 May, 1968 (27.05.68), drawing: (Briquette formation) (in Japanese) (Family: none)	7, 19

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>7</sup> C21B13/10

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>7</sup> C21B13/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	次頁参照	

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.02.01

国際調査報告の発送日

06.03.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山本 一正

4 K

7454

電話番号 03-3581-1101 内線 6729

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 11-12619, A (住友金属工業 株式会社) 19. 1月. 1999 (19. 01. 99) 特に、段落0049 (ペレット) (ファミリーなし)	1-25
Y	J P, 9-19607, A (株式会社 クボタ) 21. 1月. 1997 (21. 01. 97) 図面 (ベルトプレス) (ファミリーなし)	3, 14
Y	J P, 52-45518, A (日高 主税) 11. 4月. 1975 (11. 04. 75) 特に、2頁左上欄 (水分%)、3頁右下欄 (フィルタープレス) (ファミリーなし)	1-25
Y	J P, 59-39095, U (荏原インフィルコ 株式会社) 12. 3月. 1984 (12. 03. 84) 図面 (スクリーンプレス) (ファミリーなし)	4, 15
Y	J P, 6-206097, A (トウフク 株式会社) 26. 7月. 1994 (26. 07. 94) 段落0025 (遠心分離装置22) (ファミリーなし)	4, 15
Y	J P, 43-12496, B1 (ユニテッド・ステーツ・スチール・コーポレーション) 27. 5月. 1968 (27. 05. 68) 図面 (ブリケット成形) (ファミリーなし)	7, 19